

# **PERILAKU KUAT GESER DINDING PANEL DENGAN PERKUATAN DIAGONAL TULANGAN BAJA**



## **PUBLIKASI ILMIAH**

Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik

Oleh:

**SAIFUL BAHRI**

**D 100 110 105**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PERILAKU KUAT GESER DINDING PANEL DENGAN  
PERKUATAN DIAGONAL TULANGAN BAJA**

**PUBLIKASI ILMIAH**

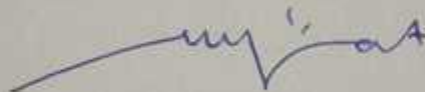
oleh:

**SAIFUL BAHRI**

**D 100 110 105**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Muhammad Ujjianto, ST. MT**

**NIK. 728**

**HALAMAN PENGESAHAN**

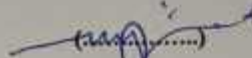
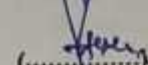
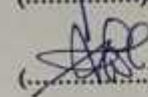
**PERILAKU KUAT GESER DINDING PANEL DENGAN  
PERKUATAN DIAGONAL TULANGAN BAJA**

**OLEH**  
**SAIFUL BAHRI**  
**D 100 110 105**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Kamis, 28 April 2016  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Muhammad Ujianto, ST., MT  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Yenny Nurchasanah, ST., MT  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Mochamad Solikhin, ST., MT., PhD  
(Anggota II Dewan Penguji)

  
(.....)  
  
(.....)  
  
(.....)

Dekan,

  
  
**Ir. Sri Sunarjono, MT., PhD**  
**NIK. 682**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 16 Mei ..... 2016

Penulis



**SAIFUL BAHRI**

**D 100 110 105**

# PERILAKU KUAT GESER DINDING PANEL DENGAN PERKUATAN TULANGAN DIAGONAL BAJA

## Abstrak

Dinding panel adalah salah satu hasil perkembangan teknologi dalam bidang beton pracetak. Pada masa sekarang ini dinding panel lebih banyak digunakan pada suatu konstruksi dibandingkan dengan penggunaan batu bata karena karakteristik dinding panel yang memiliki berat relatif ringan sehingga tidak memberikan beban yang besar bagi suatu konstruksi. Perilaku dinding dalam menerima beban geser biasanya diawali dengan timbulnya keretakan pada dinding sampai mengalami keruntuhan. Pada penelitian ini terdapat dua jenis dinding panel yaitu 3 buah dinding panel tanpa perkuatan dan 3 buah dinding panel dengan perkuatan tulangan diagonal bambu dengan ukuran dinding sama 74 cm x 64 cm x 7cm. Pengujian kuat geser dinding panel dilakukan dengan cara pemberian beban pada ujung atas dinding, pemberian beban diamati setiap 5 KN sampai mencapai beban maksimum, mengamati pola retak dan pergeseran yang terjadi. Data yang didapatkan adalah beban yang diberikan sampai maksimum, pola retak yang terjadi, dan  $\delta$  atau pergeseran dinding panel yang terjadi akibat pemberian beban. Hasil dari penelitian dan pembahasan didapatkan bahwa dinding panel dengan perkuatan tulangan diagonal bambu memiliki kekakuan geser dan kuat geser lebih baik daripada dinding panel tanpa perkuatan. Dinding panel dengan perkuatan tulangan diagonal bambu memiliki kekakuan geser sebesar 3123,27 KN/m sedangkan dinding panel tanpa perkuatan hanya mendapatkan kekakuan geser sebesar 2210,40 KN/m. Dari hasil tersebut membuktikan bahwa tulangan bambu mampu menambah kekakuan geser lebih besar dan mengurangi defleksi yang terjadi. Dinding panel dengan perkuatan tulangan diagonal bambu memiliki kekakuan lebih besar karena bambu memiliki kuat tarik yang tinggi sehingga dapat menahan defleksi yang terjadi. Sehingga dapat disimpulkan dinding panel dengan perkuatan tulangan diagonal bambu dapat digunakan sebagai pengganti dinding batu bata konvensional.

**Kata Kunci :** Kekakuan; Geser; dinding panel; perkuatan diagonal; dan bambu.

## Abstract

In the development of technology we can make building that having excellence and advantage of them which can adjust needs, technical specifications and strength, and the implementation of rapid construction and nature friendly that can be compared with any building material in the present time, one of them is a wall panel or precast. The panel that light and strong by adding diagonal bracing for applied to the house with earthquake resistance. In this research there are two types of the wall panel 3 of the panel without reinforcement and 3 of the panel is reinforcement with diagonal bracing steel with the same size 74 cm x 64 cm x 7cm . Testing of shear strength wall panel done by means of the provision of a burden on the upper end of the wall , granting burden observed every 5 kn until it reaches maximum load , observe the pattern of cracks and shifts that happened .The data obtained are a burden given up to maximum , fractured cracks pattern that occurs , and a wall panel shift occurring due to the provision of a burden .The result of research and discussion got that with a wall panel diagonal steel reinforcement having a shear rigidity and shear strong better than the walls without reinforcement panel . The panel with bracing diagonal tulangan steel having stiffness of shear 4920,13 kn / m the wall without reinforcement panel just get stiffness of shear 2210,40 kn / m and the panel with reinforcement diagonal bracing steel has a shear strong of 68,59 kn / m the wall without reinforcement panel just getting shear stronger of 45,10 kn / m. From these results prove that diagonal reinforcement able to enhance shear rigidity and strong shear larger and reduce deflection happened .The panel with reinforcement diagonal bracing steel can be used as a substitute for conventional brick walls.

**Keywords:** wall panels; diagonal reinforcement; steel; shear stiffness; shear strong.

## 1. PENDAHULUAN

Pada umumnya dinding biasanya lebih familiar dengan material batu bata dengan lapisan mortar di sisi luarnya. Akan tetapi pada kondisi-kondisi tertentu dinding batu bata memiliki kekurangan dari segi pengerjaan yang relatif lama, biaya yang mahal, dan memiliki berat yang lebih, dengan perkembangan teknologi kita dapat membuat bangunan yang memiliki keunggulan dan keuntungan di antaranya dapat menyesuaikan kebutuhan, spesifikasi teknis dan kekuatan, serta pelaksanaan konstruksi yang cepat dan ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bangunan yang sudah ada selama ini dengan konstruksi beton pracetak (*precast*), salah satunya adalah dinding panel.

Dinding panel dengan berat yang relatif ringan dapat digunakan dalam bangunan yang menempati daerah rawan gempa agar tidak membahayakan penghuni oleh karena itu perlu dibuat jalan keluar dengan mengembangkan pembuatan beton dinding panel bagian dari rumah sederhana yang dapat diperkuat dengan tulangan baja.

### Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diambil dari penelitian dinding panel dengan tambahan tulangan diagonal bambu ini antara lain :

1. Bagaimana nilai kuat geser dinding panel tanpa perkuatan diagonal
2. Bagaimana nilai kuat geser dinding panel dengan menggunakan perkuatan diagonal tulangan baja

### Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini antara lain :

1. Menganalisis nilai kuat geser dinding panel tanpa perkuatan diagonal
2. Menganalisis nilai kuat geser dinding panel dengan menggunakan perkuatan diagonal tulangan baja

### Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan adalah sebagai berikut :

1. Manfaat praktis, untuk mengetahui seberapa besar kuat geser dinding panel dengan perkuatan diagonal tulangan baja
2. Manfaat teoritis, dapat membagi pengetahuan / informasi khususnya dinding panel sebagai alternatif pengganti dinding batu bata yang memenuhi syarat

### Batasan Masalah

Dalam penelitian dibatasi oleh masalah berikut :

1. Semen yang digunakan adalah semen *Holcim*
2. Agregat halus yang digunakan berupa pasir yang berasal dari Kaliworo, kabupaten Klaten, Jawa Tengah
3. Agregat kasar yang digunakan berupa kerikil yang berasal dari Kaliworo, kabupaten Klaten, Jawa Tengah dengan diameter maksimal 10mm
4. Air yang digunakan adalah air laboratorium program studi teknik sipil, fakultas teknik, universitas Muhammadiyah Surakarta
5. Faktor air semen yang digunakan adalah 0,45
6. Jenis benda uji :
  - a. Silinder beton untuk pengujian kuat tekan dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
  - b. Dinding panel tanpa *bracing diagonal* (perkuatan) untuk pengujian kuat geser dengan ukuran panjang 74 cm, tinggi 64 cm dan tebal 7 cm.
  - c. Dinding panel dengan *bracing* (perkuatan) diagonal tulangan bambu untuk pengujian kuat geser dengan ukuran panjang 74 cm, tinggi 64 cm dan tebal 7 cm.
7. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.
8. Pengujian kuat tekan silinder beton dengan SNI 03-1974-1990
9. Perkuatan diagonal menggunakan tulangan baja 4 buah dengan diameter 6 mm.
10. Pemasangan perkuatan sampel dari titik yang dibebani sampai titik yang berlawanan secara diagonal.
11. Pengujian kuat geser dinding panel dengan ASTM E564 (*Static Load For Shear Resistance of Framed Walls for Buildings*)

## 2. METODE

Dinding panel atau lebih dikenal dengan panel-panel dinding merupakan salah satu komponen non struktural dari suatu bangunan. Pada umumnya tembok atau dinding dibuat di lapangan dengan bahan dari batu bata merah yang dilapisi dengan mortar. Pada volume besar dan letak bangunan di daerah yang memerlukan perlakuan khusus, seperti di daerah gempa dan bangunan gedung bertingkat, pembuatan dinding dengan bata merah dan dikerjakan di lapangan akan menimbulkan dampak yang tidak baik pada suatu bangunan, seperti pekerjaan lama, boros tenaga kerja, memiliki berat jenis tinggi dan berbahaya ketika terjadi gempa.

### Material Penyusun Dinding Panel

1. Semen *portland*
2. Air
3. Agregat
4. Baja tulangan

### Perencanaan Campuran Dinding Panel

1. Penentuan Campuran Bahan
2. Metode Pencampuran
3. Pengecoran
4. Pemadatan

### Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja

$$f_y = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sigma}{n}$$

keterangan :

- $f_y$  = Kuat tarik baja tulangan (N/mm<sup>2</sup>)  
 $\sigma_{maks}$  = Tegangan luluh (N/mm<sup>2</sup>)  
 $n$  = jumlah sampel

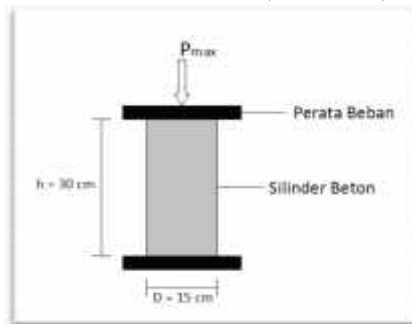
### Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton

$$f_c = \frac{P_{max}}{A} \quad (\text{SNI 03-1974-1990})$$

keterangan :

- $f_c$  = Kuat tekan maksimum beton (N/mm<sup>2</sup>)  
 $P_{max}$  = Beban maksimum (N)  
 $A$  = Luas permukaan benda uji (mm<sup>2</sup>)

Nilai kuat tekan beton dinyatakan dalam N/mm<sup>2</sup> atau MPa. Menurut Tjokrodinuljo (1996)



Gambar 1 Pengujian kuat tekan silinder beton

### Pengujian kuat geser dinding panel

Besarnya kekakuan geser dinding panel dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$G' = \frac{P}{d} \times \frac{a}{b}$$

Dengan :

- $G'$  = Kekakuan geser (KN/m)  
 $P$  = Beban uji maksimum (KN)  
 $d$  = Total defleksi (mm)  
 $a$  = Panjang dinding (mm)  
 $b$  = Lebar dinding (mm<sup>2</sup>)

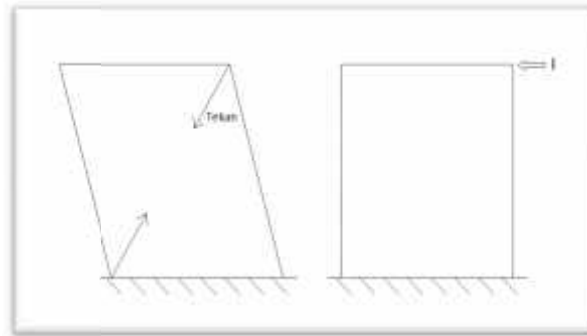
### Pengujian kuat geser dinding panel

Besarnya kuat geser dinding panel dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

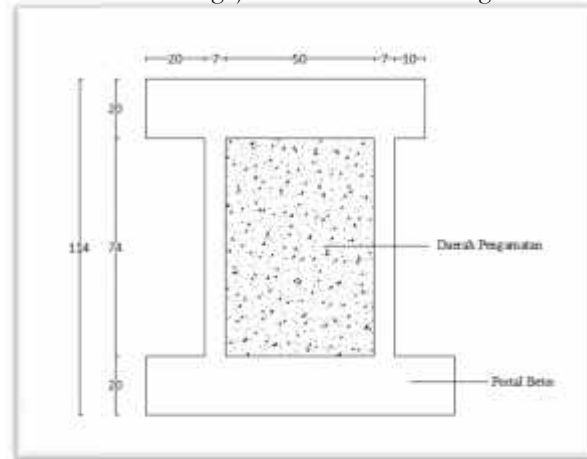
$$S_u = \frac{P_u}{b}$$

Dengan :

- $S_u$  = Kuat geser (KN/m)  
 $P_u$  = Beban uji Maksimum (KN)  
 $b$  = Lebar dinding panel (mm)



Gambar 2 Pengujian Kuat Geser Dinding Panel



Gambar 3 Dimensi Dinding Panel

#### Tahapan Penelitian

1. Tahap I. Persiapan alat dan penyediaan bahan
2. Tahap II. Pemeriksaan bahan
3. Tahap III. Perencanaan campuran dan pembuatan benda uji
4. Tahap IV. Pengujian benda uji
5. Tahap V. Analisis dan pembahasan

#### Pelaksanaan Penelitian

- 1a). Pemeriksaan bahan
- 1b). Pemeriksaan air
- 1c). Pemeriksaan semen
- 1d). Pemeriksaan agregat halus
- 1e). Pemeriksaan agregat kasar

#### Perencanaan campuran

Perencanaan campuran beton diagonal menggunakan SK.SNI: 03-3449-1994 sedangkan mortar dengan menggunakan perbandingan anatar semen dan agregat halus 1 : 5. Nilai fas digunakan 0,45. Pembuatan benda uji dilaksanakan setelah perhitungan rencana campuran. Pengujian dilakukan ketika umur beton 28 hari

#### Pembuatan Benda Uji

- 1a). Silinder beton
- 1b). Dinding Panel

#### Perawatan

Perawatan dinding panel dilaksanakan dengan tujuan untuk menjaga agar permukaan dinding panel selalu dalam kondisi lembab. Perawatan dilakukan dengan cara melakukan penyiraman pada benda uji.

#### Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja

Langkah-langkah pemeriksaannya sebagai berikut :

- 1). Menyiapkan batang baja yang akan diuji
- 2). Memasang baja dalam *Compression Tensile Machine*.
- 3). Menghidupkan *Compression Tensile Machine* sampai tegangan maksimum.
- 4). Mencatat tegangan maksimum yang terjadi.
- 5). Mengambil tulangan baja yang telah diuji coba.



### Pengujian Berat Jenis Silinder Beton

Langkah-langkah pengujian berat jenis dilaksanakan sebagai berikut:

- 1). Mengeluarkan benda uji dari cetakan.
- 2). Melakukan pengukuran dimensi dari benda uji untuk mendapatkan volume dari benda uji.
- 3). Kemudian benda uji ditimbang.

### Pengujian kuat tekan silinder beton

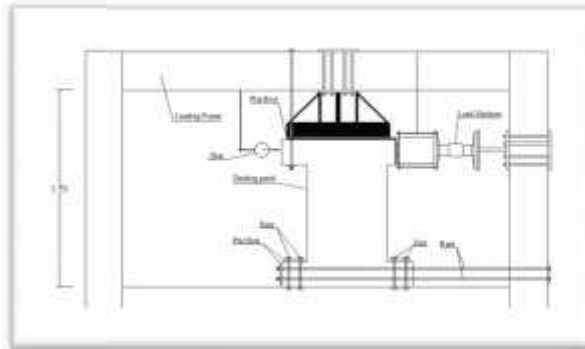
Langkah-langkah pengujian kuat tekan silinder beton :

- a. Menimbang semua sampel benda uji sebelum pengujian dilakukan
  - b. Meletakkan benda uji pada alat uji *Universal Testing Machine*
  - c. Mengaktifkan alat uji sehingga benda uji mengalami penambahan beban setiap detik
- Perhatikan dan catat manometer ketika kubus mengalami retak atau pecah

### Pengujian Kuat Geser Dinding Panel

Langkah-langkah pengujian kuat tekan dinding panel sebagai berikut :

- 1). Menimbang berat semua benda uji sebelum pengujian dilakukan.
- 2). Meletakkan benda uji pada alat *loading frame* dan siapkan peralatan pendukung untuk pengujian.
- 3). Setelah benda uji siap kemudian memompa hidrolis sehingga terjadi penekanan pada benda uji lalu dapat dibaca besar tekana dan besar pergeseran .
- 4). Pada saat beban mencapai maksimum, benda uji akan retak ataupun terbelah secara diagonal.
- 5). Setelah selesai tempat pengujian dibersihkan untuk pengujian selanjutnya dan seterusnya.



Gambar 4 *Setting Up* Alat uji Kuat Geser Dinding Panel

## 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

### Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Dinding Panel

1. Pemeriksaan Semen  
Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen tipe I yaitu Holcim dengan ukuran 40 kg/zak yang diproduksi oleh PT. Holcim Indonesia Tbk.
2. Pemeriksaan Agregat Halus  
Pemeriksaan agregat halus meliputi pemeriksaan kandungan bahan organik, pemeriksaan *SSD*, pemeriksaan kandungan lumpur, pemeriksaan modulus halus butir, pemeriksaan gradasi agregat halus dan pemeriksaan berat jenis. Dari pemeriksaan tersebut bahan agregat halus memenuhi syarat yang sudah diatur pada SNI.
3. Pemeriksaan Agregat Kasar  
Pemeriksaan agregat kasar meliputi pemeriksaan keausan agregat, pemeriksaan berat jenis dan pemeriksaan gradasi. Dari pemeriksaan agregat kasar tersebut hasilnya semua memenuhi syarat pada SNI.
4. Adukan Beton. Komposisi bahan untuk campuran beton dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 kebutuhan bahan penyusun benda uji

Jenis Benda uji	f.a.s	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (lt)
Silinder Beton		1,265	1,398	6,682	0,569
Dinding Panel	0,45	8,59	9,494	41,974	3,86

5. Pengujian Kuat Tarik Baja

Hasil pengujian kuat tarik bambu dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2 Hasil pemeriksaan kuat tarik baja

baja	Ø (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	P leleh (N)	Pmaks (N)	fy (Mpa)	fy rata-rata (Mpa)
1	6	27,34	11209,4	14240	520,84	520,84
2	6	27,34	11209,4	14240	520,84	

6. Test *Slump*

Berikut hasil test slump terdapat pada tabel 3

Tabel 3 hasil test *slump*

No	jenis beton	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	Dinding Panel Tanpa <i>Bracing</i> Diagonal	10
2	Dinding Panel dengan <i>Bracing</i> Diagonal	10

**Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton**

## 1. Pengujian Berat Jenis Silinder Beton

Hasil pengujian berat jenis silinder beton dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4 Hasil pengujian berat jenis silinder beton

No	Berat Silinder Beton (gr)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	Rata-rata Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )
1	9125	15	30	5301,44	1,721	1,709
2	9015	15	30	5301,44	1,700	
3	8975	15	30	5301,44	1,693	
4	9135	15	30	5301,44	1,723	
5	9055	15	30	5301,44	1,708	

Berat jenis rata-rata pada pengujian sebesar 1,709 gr/cm<sup>3</sup>. Ini sesuai yang diharapkan yaitu < 2,0 gr/cm<sup>3</sup> sehingga beton dapat diklasifikasikan sebagai beton ringan (Mulyono,2004)

## 2. Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton

Hasil pengujian kuat tekan silinder beton dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Hasil pengujian kuat tekan silinder beton

No	Luas Permukaan (mm)	Kuat Tekan			Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
		(kN)	(N)	(MPa)	
1	17663	110	110000	6,23	5,83
2	17663	108	108000	6,11	
3	17663	95	95000	5,38	
4	17663	100	100000	5,66	
5	17663	102	102000	5,77	

**Hasil Pengujian Kuat Geser Dinding Panel**

## 1. Pengujian Kuat Geser Dinding Panel

Dalam pengujian kuat geser dinding panel diperoleh 3 hasil data yaitu data pembacaan pergeseran dinding, data pembacaan pembebanan yang diberikan tiap 5KN sampai dengan beban maksimum yang dapat ditahan oleh dinding dan data keretakan yang terjadi pada dinding.

- a. Hasil pengujian kuat geser dinding panel tanpa perkuatan diagonal. Dinding panel tanpa perkuatan diagonal memiliki 3 sampel benda uji yaitu dinding T1, T2 dan T3. Hasil pengujian kuat geser dinding panel tanpa perkuatan diagonal dapat dilihat pada Tabel V.6 dan defleksi dinding panel tanpa perkuatan diagonal dapat dilihat pada Tabel V.7

Tabel V.6 Hasil pengujian kuat geser dinding panel tanpa perkuatan diagonal

Dinding	Panjang a (m)	Lebar b (m)	Beban maksimum P (KN)	Beban maksimum rata- rata P (KN)
T1	0,740	0,640	31,6	28,87
T2	0,740	0,640	28	
T3	0,740	0,640	27	

Tabel V.7 Hasil *Deflection* dari pengujian kuat geser dinding panel tanpa perkuatan diagonal

Dinding	Panjang a (m)	Lebar b (m)	Deflection d (mm)	Deflection rata-rata d (mm)
T1	0,740	0,640	16	15,10
T2	0,740	0,640	15	
T3	0,740	0,640	14,3	

- b. Hasil pengujian kuat geser dinding panel dengan perkuatan diagonal baja. Dinding panel tanpa dengan perkuatan diagonal baja memiliki 3 sampel benda uji yaitu dinding Bs1, Bs2 dan Bs3. Data hasil pengujian kuat geser dapat dilihat pada tabel V.8 dan Deformasi total yang terjadi dapat dilihat pada grafik V.9

Tabel V.8 Hasil pengujian kuat geser dinding panel dengan perkuatan diagonal baja

Dinding	Panjang a (m)	Lebar b (m)	Beban maksimum P (KN)	Beban maksimum rata- rata P (KN)
Bs1	0,740	0,640	42,2	43,9
Bs2	0,740	0,640	45,6	
Bs3	0,740	0,640	43,9	

Tabel V.9 Hasil *Deflection* dari pengujian kuat geser dinding panel perkuatan diagonal baja

Dinding	Panjang a (m)	Lebar b (m)	Deflection d (mm)	Deflection rata-rata d (mm)
Bs1	0,740	0,640	10,2	10,3
Bs2	0,740	0,640	11,3	
Bs3	0,740	0,640	9,45	

Dari tabel dan grafik diatas diperoleh bahwa beban maksimum paling besar mampu ditahan dinding panel dengan tambahan bracing diagonal baja yaitu dinding Bs2 sebesar 45,6 KN. Defleksi paling kecil terdapat pada dinding panel dengan perkuatan diagonal yaitu dinding Bs3 sebesar 9,45 mm.

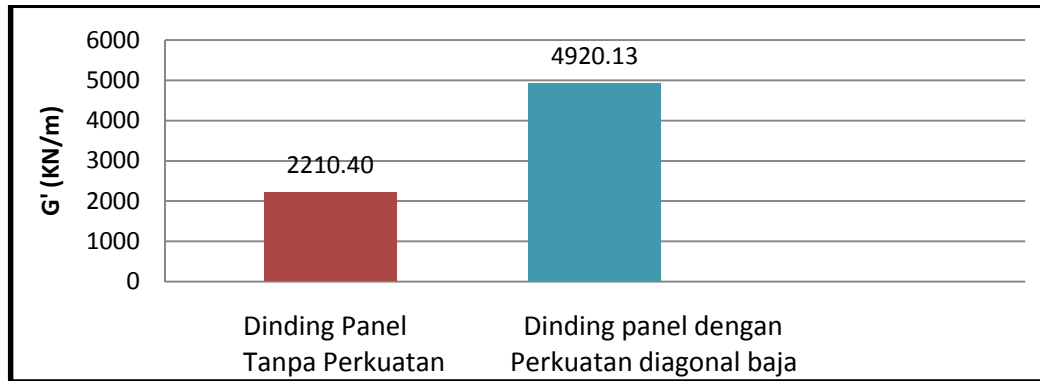
## 2. Perhitungan kekakuan geser dinding panel

Perhitungan kekakuan geser dinding panel dihitung dengan rumus  $G' = \frac{P}{d} \times \frac{u}{b}$

(ASTM E564) dari data yang diperoleh pada pengujian yaitu beban maksimum, *deflection*, panjang dan lebar dinding. Hasil perhitungan kekakuan geser yang terjadi terdapat pada tabel dibawah V.10 dan tersaji pada grafik V.1

Tabel V.10 Perhitungan Hasil Kekakuan Geser Dinding Panel

Dinding	Panjang a (m)	Lebar b (m)	Beban maksimum P (KN)	Beban Rata- rata P (KN)	Defleksi d (m)	Defleksi Rata-rata d (m)	Kekakuan Geser G' (KN/m)
T1	0,740	0,640	31,6	28,87	0,016	0.01510	2210,40
T2	0,740	0,640	28		0,015		
T3	0,740	0,640	27		0,0143		
B1	0,740	0,640	42,2	43,9	0,0102	0.0103	4920,13
B2	0,740	0,640	45,6		0,0113		
B3	0,740	0,640	43,9		0,00945		



Grafik V.1 Hasil Kekakuan Geser Dinding Panel

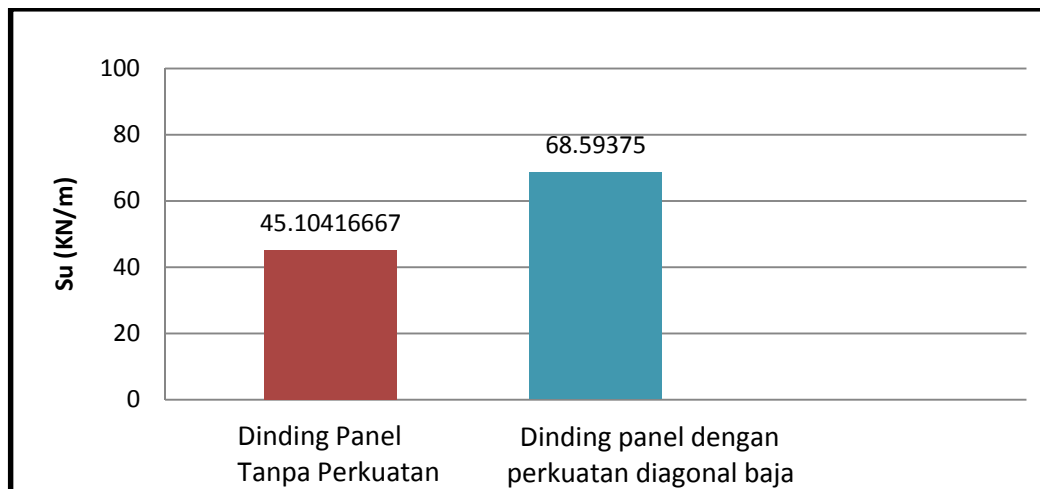
Dari tabel dan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa kekakuan geser yang paling besar terdapat pada dinding panel dengan perkuatan diagonal baja. Kekakuan geser rata-rata dinding panel tanpa perkuatan diagonal adalah 2210,40 KN/m dan dengan perkuatan diagonal baja adalah 4920,13 KN/m. Kekakuan geser dinding panel dengan perkuatan diagonal baja mengalami kenaikan 122.6 % dari dinding panel tanpa perkuatan diagonal. Dinding panel dengan perkuatan baja memiliki defleksi yang lebih kecil yaitu 10,30 mm dibandingkan dinding panel tanpa perkuatan mencapai 15,10 mm. Dari data tersebut membuktikan bahwa tulangan diagonal baja dapat membantu mengurangi defleksi yang terjadi karena baja memiliki kuat tarik yang tinggi.

### 3. Perhitungan Kuat Geser Ultimit Dinding Panel

Kuat geser ultimit dinding di dapat dari data beban maksimum yang dapat ditahan dan lebar dinding panel. Rumus yang digunakan adalah  $S_u = \frac{P_u}{b}$  (ASTM E564). Hasil kuat geser ultimit dinding ada pada tabel V.11 dan tersaji pada grafik V.2.

Tabel V.19 Hasil Kuat Geser Ultimit Dinding Panel

Benda Uji	Lebar b (m)	Beban maksimum $P_u$ (KN)	Beban Maksimum Rata-rata $P_u$ (KN)	$S_u$ (KN/m)
T1	0,640	31,6		
T2	0,640	28	28,87	45,10
T3	0,640	27		
B1	0,640	42,2		
B2	0,640	45,6	43,9	68,59
B3	0,640	43,9		



Grafik V.2 Perbandingan Kuat Geser Ultimit Dinding Panel

Dari tabel dan grafik kuat geser ultimit diperoleh bahwa kuat geser ultimit rata-rata dinding panel tanpa perkuatan diagonal 45,10 KN/m dan dinding panel dengan perkuatan diagonal baja 68,59 KN/m. Jadi kuat geser dinding panel dengan perkuatan diagonal baja mengalami kenaikan 52,08% dari dinding panel tanpa perkuatan diagonal.

Dinding panel dengan perkuatan tulangan diagonal baja memiliki nilai kekakuan geser (*Shear Stiffness*) dan kuat geser ultimit (*Ultimate Shear Strength*) lebih besar dari pada dinding panel tanpa perkuatan diagonal karena tulangan baja mampu menahan beban geser yang diberikan. Dinding panel dengan perkuatan diagonal baja memiliki beton inti sehingga mampu menahan beban geser lebih besar dan memiliki defleksi yang lebih kecil. Nilai defleksi rata-rata dinding panel dengan perkuatan diagonal baja lebih kecil yaitu sebesar 10,30 mm dibandingkan dinding panel tanpa perkuatan sebesar 15,10 mm. Keretakan diagonal sepanjang tulangan diagonal baja membuktikan bahwa tulangan baja dapat mengurangi *split* yang terjadi. Karakteristik keretakan pada pengujian geser yaitu terjadi keruntuhan dan memiliki pola retak diagonal.

#### 4. PENUTUP

##### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan tentang dinding panel dengan perkuatan diagonal tulangan baja dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai kuat geser dinding panel tanpa perkuatan diagonal sebesar 45,10 KN/m, dinding panel dengan perkuatan diagonal baja memiliki kuat geser sebesar 68,59 KN/m.
2. Nilai kekakuan geser dinding panel tanpa perkuatan sebesar 2210,40 KN/m, kekakuan geser dinding panel dengan perkuatan diagonal baja sebesar 4920,13 KN/m.
3. Perbandingan kuat geser dinding panel dengan perkuatan diagonal tulangan baja mengalami kenaikan 52,08 % dari dinding panel tanpa perkuatan, kekakuan geser dinding panel dengan perkuatan diagonal mengalami kenaikan 122,6 % dari kekakuan geser dinding panel tanpa perkuatan. Dari analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa, perkuatan diagonal baja mampu menambah kuat geser dan kekakuan geser lebih besar perkuatan diagonal mampu mengurangi defleksi yang terjadi sehingga dinding panel memiliki kekakuan geser lebih besar. Untuk itu dinding panel dengan perkuatan diagonal baja dapat digunakan sebagai alternatif pengganti dinding konvensional yang tahan terhadap respon gempa.

##### Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, peneliti berharap adanya penelitian lebih lanjut mengenai dinding panel. Adapun saran sebagai berikut :

1. Perlu adanya *setting up* alat pengujian geser dinding yang lebih baik dan praktis sehingga dalam pengujian mendapatkan hasil yang akurat.
2. Untuk peneliti selanjutnya, sebaiknya gunakan bekisting yang lebih praktis dan kuat agar sempel dinding panel lebih presisi.
3. Untuk peneliti selanjutnya, gunakan ukuran dinding dengan  $H_w/L_w = 1$  agar dinding panel lebih kaku menahan beban geser.

#### PERSANTUNAN

dengan selesainya tugas akhir ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1) Bapak H. Muhammad Ujianto, ST, MT., selaku Pembimbing Utama sekaligus sebagai Anggota Dewan Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan nasehatnya.
- 2) Ibu Yenny Nurchsanah, ST, MT., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta dan selaku Pembimbing Pendamping sekaligus sebagai Anggota Dewan Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan nasehatnya.
- 3) Ir. Renaningsih, MT., selaku dosen pembimbing akademik.
- 4) Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
- 5) Orang tua saya yang selalu membantu dalam semua hal dan pelajaran yang diberikan. Keberhasilan ini tidak mungkin tercapai tanpa dukungan bapak dan mama.
- 6) Seluruh karyawan Program Studi Teknik Sipil yang telah melayani dan membantu penyusunan Tugas Akhir ini
- 7) Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2011 atas hari-hari yang pernah terlewati bersama

#### DAFTAR PUSTAKA

Asroni, Ali, 2010. *Balok Dan Pelat Beton Bertulang*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.

ASTM E-564. 2001 *Standard Practice for Static Load Test for Shear Resistance of Framed Wall for Building*. ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

- Departemen Pekerjaan Umum, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Gere, James M., dan Stephen P. Timoshenko, 1996. *Mekanika Bahan*, penerjemah Wospakrik, Hans. J., Penerbit Erlangga, Jakarta
- Hermawan, Ribut., 2015. Perilaku Geser Dinding Panel Jaringan Kawat Baja Tiga Dimensi Dengan Variasi Rasio Tinggi Lebar ( $H_w/L_w$ ), Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
- Karyaningrum, N. A., 2011. *Tinjauan Kuat Lentur Rangkaian Dinding Panel Dengan Tulangan Baja dan Agregat Pecahan Genteng*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta (Tidak Dipublikasikan).
- Neville, A.M., dan J.J. Brooks, 1987. *Concrete Technology*, Penerbit Longman Scientific and Technical, New York.
- Tjokrodinuljo, K., 1995. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wibowo, D. T., 2013. *Tinjauan Kuat Lentur Dinding Panel Menggunakan Agregat Pecahan Genteng Dengan Tulangan Welded Mesh*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta (Tidak Dipublikasikan).
- Winter, G., Nilson A., 1993. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*. PT. Piatnya Paramita, Jakarta.